

PENGARUH BENTUK SUDU IMPELLER BERBEDA TERHADAP TEKANAN PADA LUAS PENAMPANG SUCTION DAN DISCHARGE PADA POMPA SENTRIFUGAL MENGGUNAKAN SIMULASI CFD SOLIDWORKS FLOW SIMULATION

Suliono^{1,2,*}, Muhamad Ghozali², Deni Hidayatulloh²

¹ Politeknik Negeri Malang

² Politeknik Negeri Indramayu

*Email: sulionolee@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received date:

8 December 2023

Received in revised form date:

20 December 2023

Accepted date

29 December 2023

Available online date

29 December 2023

Abstract

A device or machine to move fluid fluids or increase fluid pressure. Centrifugal pump is one of the many types of pumps with different ways of working. Centrifugal pumps work by applying centrifugal force to the impeller to suck liquid. This centrifugal force causes vacuum pressure at the suction/inlet and increases the liquid pressure at the discharge/outlet of a liquid. CFD simulation testing and analysis using SOLIDWORKS software to determine variations in physical values such as pressure, discharge, speed, and others when modifying parts of the 3D pump model being tested. The results of the first test obtained the highest discharge and torque values of 4 l/s and 1.08 Nm, the second test the discharge and torque decreased to 2.4 l/s and 0.54 Nm and the suction speed increased to 10.88 m/s. In the 3rd test, the outlet pressure rose to 127000 Pa, the speed rose to 7.6 m/s, the torque decreased by 0.17 Nm, and the discharge decreased to 1.69 l/s.

Keywords: Centrifugal pump, CFD, Solidworks, fluid.

Kata kunci:

Pompa Sentrifugal

CFD

Solidwork

Fluida

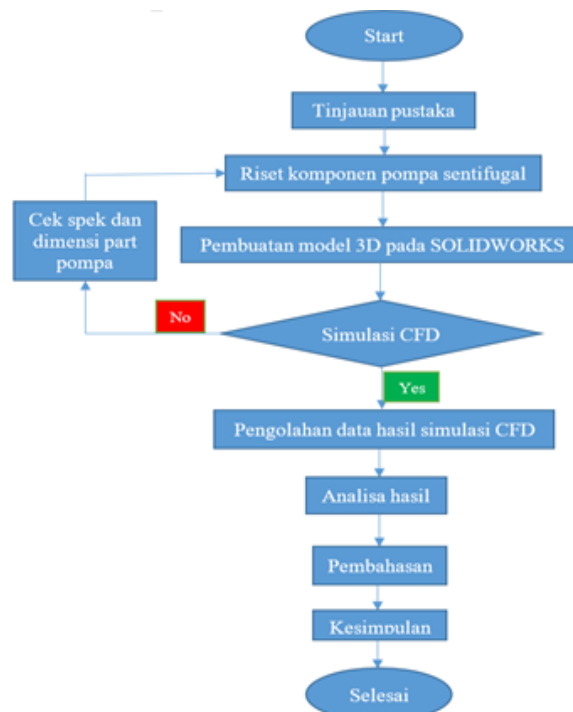
Abstrak

Suatu alat atau mesin untuk memindahkan fluida cairan atau meningkatkan tekanan cairan. Pompa sentrifugal merupakan salah satu jenis dari banyaknya tipe pompa dengan cara kerja yang berbeda-beda. Pompa sentrifugal bekerja dengan cara menerapkan gaya sentrifugal pada impeller nya untuk menyedot cairan. Gaya sentrifugal ini menyebabkan tekanan vakum pada bagian suction/inlet dan menaikkan tekanan cairan pada discharge/outlet suatu cairan. Pengujian dan analisis simulasi CFD dengan menggunakan software SOLIDWORKS untuk mengetahui variasi nilai nilai fisika seperti tekanan, debit, kecepatan, dan lainnya saat memodifikasi bagian-bagian dari model 3D pompa yang di uji. Hasil dari pengujian pertama didapat nilai debit dan torsi paling tinggi yaitu 4 l/s dan 1,08 Nm, pengujian kedua debit dan torsi menurun menjadi 2,4 l/s dan 0,54 Nm serta kecepatan suction naik menjadi 10,88 m/s. Pada pengujian ke 3, tekanan outlet naik menjadi 127000 Pa, kecepatan naik menjadi 7,6 m/s, torsi menurun 0,17 Nm, dan debit menurun menjadi 1,69 l/s.

1. PENDAHULUAN

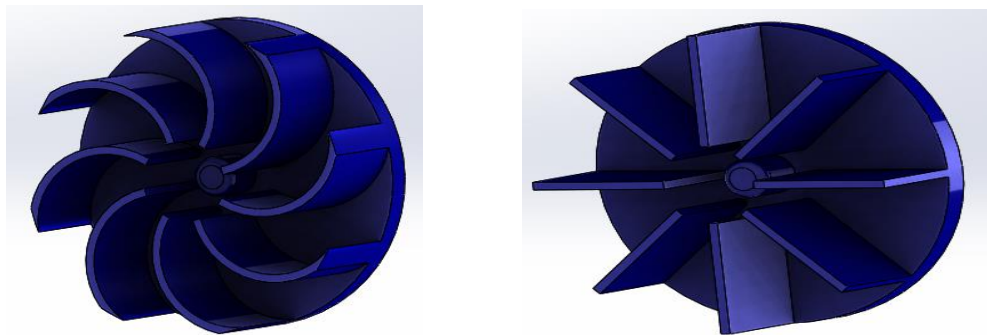
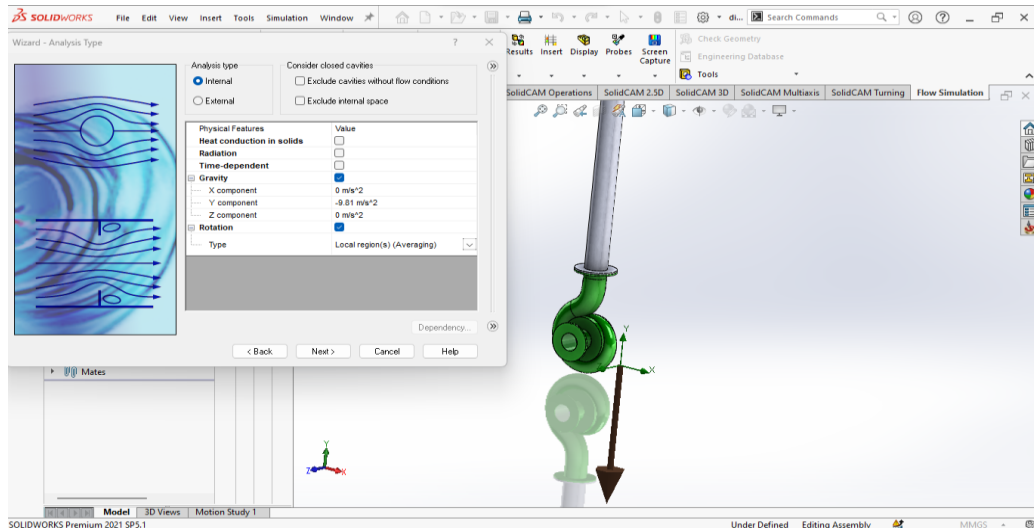
Pompa sentrifugal (centrifugal pump) adalah salah satu dari banyaknya jenis pompa yang ada serta paling banyak digunakan pada industri maupun rumah tangga. Pompa ini bekerja dengan cara mengubah energi kinetic putaran yang berasal dari penggerak seperti motor listrik, mesin piston bensin, mesin piston diesel atau lainnya menjadi energi hydrodynamic. Proses ini bisa terjadi dikarenakan adanya impeller yang merubah energi kinetic putar tadi menjadi aliran flow hydrodynamic. Cara kerjanya yaitu, saat impeller berputar dengan kecepatan tinggi, tekanan pada area mata impeller menurun dibawah tekanan atmosfer sehingga mengakibatkan fluida cairan tertarik melalui bagian suction pompa. Tekanan rendah ini diakibatkan oleh blade/sudu pada impeller yang berputar, dimana menghasilkan momentum gaya sentrifugal yang menarik fluida cairan kemudian memaksanya keluar dari impeller dan menghempaskannya ke pinggiran [1]. Ketika kecepatan cairan meningkat, energi kinetiknya pun meningkat. Cairan ini terus menerus dipaksa untuk keluar dari impeller. Karena adanya penampang yang terus meningkat, maka energi kinetic ini diubah menjadi tekanan (sesuai prinsip Bernoulli). Cairan kemudian mengalir menuju mulut discharge, kemudian keluar dengan membawa energi kinetic dan tekanan. Gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh impeller, tergantung pada sudut pada sudu, design serta jumlahnya. Kemudian, sesuai hukum Bernoulli, jika aliran fluida steady (tidak ada yang bocor) maka total jumlah energi yang masuk sama dengan total jumlah energi yang keluar (“jumlah dari tekanan, serta energi kinetic dan energi potensial tiap volume yang berada disetiap titik aliran fluida adalah sama”)[2]. Dari penelitian Boni Junita [3] yang meneliti tentang Pengaruh Tekanan Pompa Terhadap Debit Air dan Putaran Turbin. pada tekanan pompa dapat mempengaruhi debit aliran dan semakin besar tekanan yang diberikan maka debit aliran akan semakin kecil.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Flowchart penelitian

Pada pengujian simulasi dibawah ini, semuanya terdapat percepatan gravitasi dengan nilai 9.81 m/s^2 (gravitasi bumi), fluida yang diuj adalah air dengan massa jenis 997 kg/m^3 serta tekanan 1 ATM (101325 Pa) pada suction dan discharge pompa. Kemudian bentuk sudu impeller seperti gambar dibawah ini.

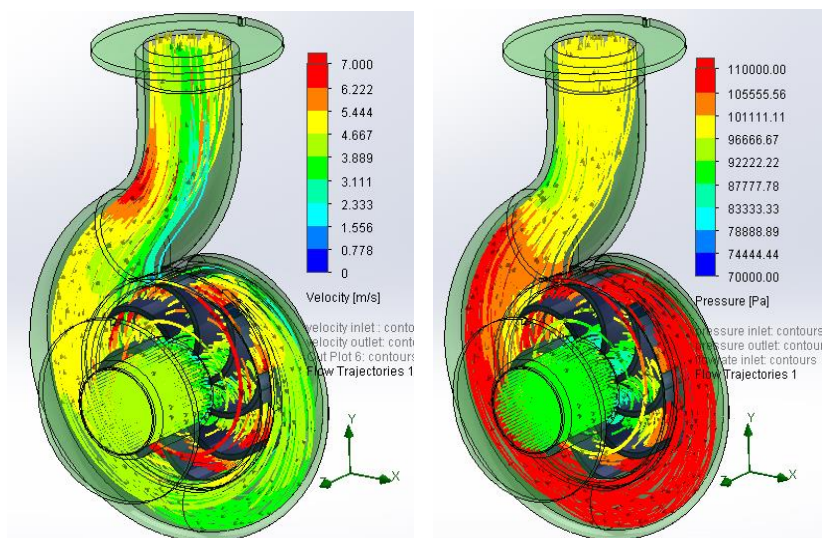


Gambar 2. Simulasi impeller

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Simulasi pompa normal dengan kecepatan putar impeller 2000 RPM

Pada pembahasan pertama, pompa dengan diameter yang sama antara suction dan dischargenya yaitu 34 mm. Dlakukan simulasi dengan kecepatan putar impeller 2000 RPM. Impeller yang digunakan untuk standar pengujian kali ini berjumlah 8 sudu.



Gambar 3. Flow trajectories tekanan dan kecepatan air pada casing pompa, kiri tekanan (Pa/Pascal), kanan kecepatan (velocity m/s)

Bisa dilihat dari gambar 3, dengan menggunakan fitur flow trajectories dapat terlihat persebaran tekanan pada gambar kiri dan kecepatan pada gambar kanan. Terlihat bahwa untuk tekanan, pada bagian luar dipinggiran impeller memiliki tekanan yang paling tinggi yaitu antara 110000 Pa. Kemudian tekanan pada bagian suction antara 87000 Pa sampai dengan 92000 Pa kemudian mengecil setelah masuk ke are mata impeller yaitu tekanannya menjadi 78000 Pa sampai dengan 83000 Pa. Kemudian untuk kecepatan, angka tertinggi berada di daerah paling luar sudu dari impeller dan juga pada bagian volute lekukan pada discharge dengan nilai sebesar 7 m/s. Kemudian pada bagian suction dan discharge memiliki kecepatan diantara 3,8 m/s sampai dengan 4,6 m/s.

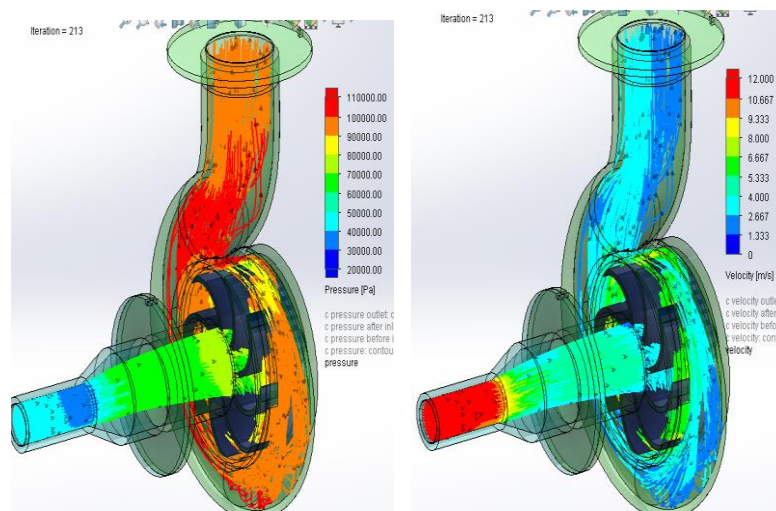
Tabel 1. Hasil dari simulasi CFD dengan beberapa goals

Name	Unit	Value
P inlet	[Pa]	100418,5224
V inlet	[m/s]	4,522383008
Volume Flow Rate inlet	[l/s]	4,007110012
P outlet	[Pa]	109822,0956
V outlet	[m/s]	4,564959212
Volume Flow Rate outlet	[l/s]	-4,01429223
Torque impeller	[N*m]	1,082893816
Daya impeller	Watt	225.893

Pada tabel 1 di atas, merupakan hasil dari simulasi CFD dengan bentuk nilai dari beberapa goals. P inlet merupakan tekanan fluida pada suction (tekanan total), V inlet merupakan kecepatan fluida pada suction, volume flow rate inlet merupakan debit fluida yang masuk pada suction, P outlet merupakan tekanan fluida pada discharge, dan seterusnya sama dengan bagian suction. Kemudian torque, merupakan torsi yang dibutuhkan untuk memutar impeller dengan kecepatan konstan 2000 RPM dengan beban fluida. Kemudian dengan menggunakan rumus hubungan daya-torsi didapat daya 225 watt pada tabel tersebut yang merupakan daya yang dibutuhkan untuk impeller berputar pada kecepatan konstan 2000 RPM.

3.2. Pompa dengan diameter suction lebih kecil dari diameter discharge (0.5 x)

Pada pembahasan kedua, kita melakukan pengujian dengan cara mengecilkan diameter dari suction dengan cara menambahkan nozzle serta kecepatan putar pada impeller sebesar 2000 RPM.



Gambar 4. Flow trajectories, kiri tekanan (Pa/Pascal) kanan kecepatan (velocity m/s)

Terlihat pada gambar 4 bahwa saat kita mengecilkan diameter suction pompa, maka tekanan pada bagian suction yang kecil ini sangat rendah. Nilai tekanannya ini berkisar diantara 40000 Pa sampai dengan 50000 Pa yang lumayan berbahaya bagi pompa karena akan menyebabkan kavitasi, serta dapat terlihat juga bahwa saat diameter suction membesar, aliran air ini hanya berada dibagian atas dan tidak memenuhi seluruh ruangnya serta tekanannya mulai meningkat menjadi 70000 Pa. Selain itu, dapat terlihat juga bahwa kecepatan air pada bagian suction dengan diameter yang kecil, memiliki nilai yang tinggi hingga 12 m/s, akan tetapi saat diameternya makin membesar kecepatannya menurun menjadi 4 m/s. ini membuktikan bahwa hukum bernoulli itu benar terjadi, saat suatu penampang aliran fluida mengecil, maka kecepatannya akan meningkat dan tekanannya akan turun.

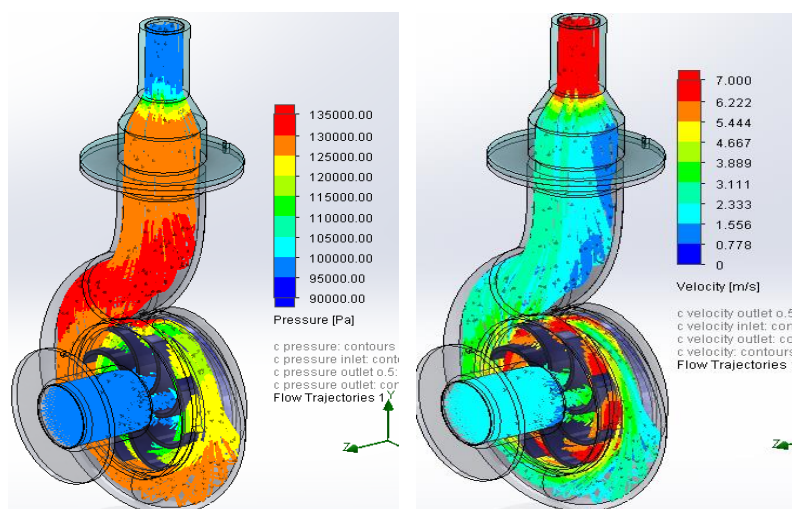
Tabel 2. Hasil dari simulasi CFD dengan beberapa goals (suction 0.5x diameter discharge)

Name	Unit	Value
P inlet	[Pa]	100542,6284
V inlet	[m/s]	10,88183427
Volume Flow Rate inlet	[l/s]	2,416628216
P outlet	[Pa]	103076,2577
V outlet	[m/s]	2,744108186
Volume Flow Rate outlet	[l/s]	-2,42449035
Torque impeller	[N*m]	0,545858618
Daya impeller	Watt	112,687

Jika kita bandingkan dengan pengujian 1 dengan kecepatan putar 2000 RPM diatas, terlihat bahwa torque (torsi) yang dibutuhkan pada impeller untuk berputar konstant di 2000 RPM saat diameter suction dkecilkan sebesar 0.5 x menurun menjadi 0,545 Nm, sedangkan pada pengujian 1 torsiya mencapai 1,08 Nm. Sedangkan untuk bagian volume flow rate (debit air) terlihat adanya penurunan, pada tabel 2 debitnya hanya 2,4 liter/second sedangkan pada pengujian 1 tabel 1, debitnya mencapai 4 liter/second. Bisa kita simpulkan bahwa saat diameter suction dkecilkan, maka debit air akan menurun serta torsi yang dibutuhkan pun akan menurun dan daya yang dibutuhkan pun turun.

3.3. Pompa dengan diameter discharge lebih kecil dari diameter suction (0.5 x)

Pada pembahasan ketiga, kita akan melakukan pengujian seperti pengujian ke 2 diatas, akan tetapi dibalik discharge yang lebih sama dengan 2000 RPM



Gambar 5. Flow trajectories tekanan dan kecepatan air pada pompa, kiri tekanan (Pa/Pascal) kanan kecepatan (velocity m/s)

Terlihat pada gambar 5 persebaran dari tekanan dan kecepatan air (flow trajectories) pada pompa dengan diameter discharge lebih kecil dari diameter suction. Dilihat dari warnanya, pada bagian discharge sebelum diameternya mengecil, tekanan lumayan tinggi yaitu 130000 Pa. Saat diameternya mulai mengecil, tekanannya turun menjadi 95000 Pa. Jika kita bandingkan dengan pengujian 1, tekanan pada suction meningkat menjadi 100000 Pa sedangkan pada pengujian 1 hanya 88000 Pa. kemudian untuk kecepatan pada suction turun menjadi 2 m/s yang tadinya 4,6 m/s.

Tabel 3. Hasil dari simulasi CFD dengan beberapa goals (suction 0.5 x diameter suction)

Name	Unit	Value
P inlet	[Pa]	100505,1656
V inlet	[m/s]	1,845069909
Volume Flow Rate inlet	[l/s]	1,649565493
P outlet	[Pa]	127483,0333
V outlet	[m/s]	7,607798798
Volume Flow Rate outlet	[l/s]	-1,69692300
Torque impeller	[N*m]	0,170083259
Daya impeller	Watt	35,6041

Pada tabel 3 diatas, volume flow rate (debit) turun menjadi 1,69 liter/second jika kita bandingkan dengan tabel 1. Kemudian torque impeller (torsi) pun ikut turun juga menjadi 0,17 Nm. Kita dapat mengetahui bahwa, ketika semakin kecil luas penampang discharge dibanding dengan suction maka torsi dan daya pada impeller akan menurun serta debit pun akan menurun (kemungkinan karna saat luas penampang pipa mengecil, tekanannya meningkat dan desain dari pompa sentrifugal ini tidak dapat menghandle tekanan tersebut).

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari hasil simulasi CFD dengan 3 pengujian di atas, kita dapat simpulkan bahwa ketika suatu pompa sentrifugal dimana hanya sedikit elevasi/ketinggian antara suction dan discharge maka debitnya akan tinggi serta torsi yang dibutuhkan pun tinggi juga. Ini membuktikan bahwa ketika semakin besar debit air yang dipindahkan, maka torsi yang berhubungan dengan daya yang dibutuhkan pun akan semakin besar juga. Kemudian, ketika diameter suction pompa lebih kecil dari pada diameter discharge, maka tekanan suction akan menurun dan sangat rendah yang dapat menyebabkan kavitasi yang tentunya berbahaya bagi pompa tersebut. Kavitasi adalah pembentukan gelembung uap dalam cairan pada daerah bertekanan rendah yang terjadi di tempat-tempat dimana cairan telah dipercepat ke kecepatan tinggi, seperti dalam pengoprasian pompa sentrifugal, turbin air, dan baling-baling laut. Kavitasi tidak diinginkan karena menghasilkan erosi . yang luas dari bilah yang berputar, kebisingan tambahan dari ketukan dan getaran yang dihasilkan, dan pengurangan efisiensi yang signifikan karena mendistorsi pola aliran cairan [7]. Dari hasil pengujian melalui simulasi dapat terlihat jelas pengaruh bentuk pipa mengecil maupun diperbesar akan terlihat pengaruhnya pada saat debit aliran masuk dan keluar sehingga pada saat dibuat secara nyata pada pompa tersebut akan sama hasilnya.

4.2. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal disarankan menguji lebih dari 3 variasi sehingga akan lebih maksimal hasil dari pengujiannya pada saat melakukan simulasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adam Hafizar Pohan. ‘Pengujian Eksperimental Dan Simulasi Ansys Performansi Pompa Sentrifugal Rangkaian Seri Dan Paralel’. Jurnal Sistem Teknik Industri. 2018 Vol. 20 NO. 2
- [2] Madadina Dwi Andini, Andri Suherman, Ganesha Antarnusha. ‘Rancang Bangun Alat Praktikum Hukum Bernoulli Pada Fluida Ideal’. Seminar Nasional Pendidikan FKIP. 2019 Vol. 2 No. 1
- [3]. Boni Junita, Ambo Intang, Muhammad Zahardi.” Analisa Pengaruh Tekanan Pompa Terhadap Debit Air dan Putaran Turbin’. TEKNIKA: Jurnal Teknik 2020 VOL. NO. 2
- [4]. Suliono, Dori Yuvenda, Ahmad Yani. ‘Simulasi Pembakaran Serbuk Biomassa Sekam Padi Pada Proses Gasifikasi Berbasis Solar Cell Dengan Variasi Jumlah Glowplug Pada Pipa’. Jurnal Juara, Aktif, Global, Optimis STTI Bontang. 2021 Vol. 1 No. 2
- [5]. Ravinda Ariestya Pamungkas, I Wawan Arta Wijaya, I Gusti Ngurah Janardana. ‘Pengaruh Debit Air Terhadap Putaran Turbin Dan Daya Output Yang Dihasilkan Prototipe PLTMH Dengan Turbin Kaplan’. Jurnal SPEKTRUM. 2021 Vol. 8 No. 2
- [6] Eko Prasetio Putro. ‘Analisis Head Pompa Sentrifugal Pada Rangkaian Seri Dan Paralel’. Majalah Teknik Mesin. 2020 Vol. 21 No. 2
- [7] Abdul Muis, Muchsin, Muhammad Hasan Basri. ‘Karakteristik Kavitasi Pada Pompa Sentrifugal’. Jurnal Mekanikal. 2019 Vol. 10 No. 2